

## Artigo Técnico

# Elaboração de Carta de Adequabilidade Ambiental de uma pequena propriedade rural no município de São Miguel Arcanjo, São Paulo, utilizando técnicas de geoprocessamento

*Preparation of environmental statement of fitness for a small rural property in the municipality of São Miguel Arcanjo, São Paulo, Brazil, using geoprocessing techniques*

Rafael Teofilo Meira<sup>1</sup>, Débora Zumkeller Sabonaro<sup>2</sup>, Darllan Collins da Cunha e Silva<sup>3</sup>

## RESUMO

Utilizando técnicas de geoprocessamento, cartas de declividades, de solos, de uso e cobertura vegetal, a Lei Federal nº 12.651/2012 e as recomendações do *Forest Stewardship Council* (FSC) para áreas ripárias, este trabalho teve por objetivo elaborar uma Carta de Adequabilidade Ambiental, que indica os níveis de adequação ambiental e legal da área de estudo. A Carta de Uso do Solo e Cobertura Vegetal mostrou que o uso agrícola ocupa 44% da área de estudo, seguido pela vegetação nativa (29,1%). A Carta de Declividade revela que 62,1% da área de estudo possui classe de declividade entre 6 e 12% e 23,3% entre classe de 12 a 20%. Na área de estudo foi identificado somente o Latossolo Vermelho Distrófico, de baixa vulnerabilidade à erosão. Baseado na lei já citada e recomendações do FSC (2005) para gerenciamento de áreas ripárias, foi elaborada a Carta de Usos Restritos, na qual a área de preservação permanente (APP) existente ocupa 22,4% da área, a APP a recompor 0,3%, a reserva legal 18,3% e a área de gestão ripária 9,9%. Essas três últimas cartas temáticas foram sobrepostas, considerando sua importância na conservação dos recursos hídricos e atendimento legal, para gerar a Carta de Uso Conservacionista, que demonstra que as áreas com alta e muito alta prioridade são as APP e as de declividade entre 12 e 20% e representam 45,5% da área de estudo. Essa carta foi sobreposta pela Carta de Uso do Solo e Cobertura Vegetal e por meio de uma soma ponderada foi produzida a Carta de Adequação Ambiental, que indica os níveis de adequação da área de estudo. A integração de variáveis ambientais com os requisitos legais se mostrou eficaz para avaliar as áreas potenciais para adequação ambiental, indicando que aproximadamente 44% da área de estudo necessita de algum tipo de adequação.

**Palavras-chave:** fragilidade ambiental; manejo de propriedades; legislação ambiental.

## ABSTRACT

According geoprocessing techniques, slope maps, soil, land use and land cover, the Federal Law number 12.651/2012 and the recommendations of the Forest Stewardship Council (FSC) for riparian areas, this study aimed to develop a Map of Environmental Suitability that indicates levels of environmental and lawful adequacy of the study area. The Map of Land Use and Vegetation Cover showed that agricultural uses occupy 44% of the study area, followed by native vegetation (29.1%). Meanwhile, the Map of Slope reveals that 64.8% of the study area has slope class between 6 and 12%, and 22.6% between 12 and 20%. In the study area, only Dystrophic Red Oxisols was identified, with very low vulnerability to erosion. Based on the abovementioned law and recommendations of the FSC (2005) for management of riparian areas, the Map of Restricted Uses was produced, in which 22.4% of the area is composed of permanent preservation areas (APP), 0.3% of APP to reconstitute, 18.3% of legal reserve (LR) and 9.9% of riparian management areas. The three last thematic maps were overlaid, considering the importance in the conservation of water resources and the legal attendance to generate the Conservationist Use Map, which shows that the areas with high and very high vulnerability are the APP; those with slope between 12 and 20% represent 45.5% of the study area. This map was overlaid by the Land Use and Land Cover maps, and an Environmental Adaptation Map was produced using a weighted sum, indicating adequacy levels of the study area. The integration of environmental variables with legal requirements proved to be effective to assess potential areas for environmental compliance, indicating that approximately 44% of the study area needs some sort of adjustment.

**Keywords:** environmental fragility; handling properties; environmental legislation.

<sup>1</sup>Engenheiro ambiental pela Universidade de Sorocaba – Sorocaba (SP), Brasil.

<sup>2</sup>Doutora em Biologia Vegetal pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP). Professora e Pesquisadora do Programa de Pós-graduação em Processos Tecnológicos em Ambientais da Universidade de Sorocaba – Sorocaba (SP), Brasil.

<sup>3</sup>Doutor em Ciências Ambientais pela UNESP. Professor e Coordenador do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade de Sorocaba – Sorocaba (SP), Brasil.

**Endereço para correspondência:** Débora Zumkeller Sabonaro – Rodovia Raposo Tavares, km 92,5 – 18023-000 – Sorocaba (SP), Brasil – E-mail: debora.sabonaro@prof.uniso.br  
**Recebido:** 16/04/14 – **Aceito:** 17/04/15 – **Reg.** ABES: 133687

## INTRODUÇÃO

A demanda mundial por recursos naturais cresce significativamente, principalmente por alimentos, e a produção agrícola produz efeitos diretos e indiretos nos biomas, sendo, em muitos casos, causadores de degradação ambiental, alterando seu estado de equilíbrio (TRICART, 1977). Daí a necessidade de adequar ambientalmente as atividades antrópicas objetivando um equilíbrio. A adequação ambiental é um processo com etapas que incluem coleta de dados, diagnóstico e planejamento da propriedade visando o atendimento da legislação, otimização do uso das áreas de produção, recuperação florestal e adoção de práticas agrícolas conservacionistas, como as de controle de erosão, de plantio direto e de melhoramento do solo (CAMPANILI & SCHÄFFER, 2010; BERNARDI *et al.*, 2011).

Na obra *Ecodinâmica*, Tricart (1977) criou o conceito de Unidades Ecodinâmicas, indicando um modelo de avaliação integrado das unidades territoriais, enfocando as relações entre os diversos componentes da dinâmica e os fluxos de matéria/energia, assumindo que as trocas na natureza se processam em relações de equilíbrio dinâmico. Através de um sistema lógico, o autor classifica uma determinada área quanto aos graus de instabilidade, podendo ser estável, *intergrade* ou instável. Sob o prisma da ecodinâmica, entende-se que numa unidade instável prevalecem os processos morfogênicos, enquanto que em unidades estáveis predomina a pedogênese (SILVEIRA *et al.*, 2006).

Utilizando como base o conceito de Tricart (1977), Ross (1994) elaborou a metodologia Análise Empírica de Fragilidade Ambiental, que imprime não somente as potencialidades dos recursos naturais, como também as vulnerabilidades, podendo ser utilizada como ferramenta de planejamento ambiental e tomada de decisão (MESSIAS *et al.*, 2012). Para realizar a análise, Ross (1994) indica que são necessários conhecimentos do relevo, geologia, classes de solo, uso da terra, cobertura vegetal e clima. Destaca ainda que para grandes escalas, deve-se utilizar as classes de declividade e a análise de uso do solo e cobertura vegetal deve ser feita pela interpretação de imagens de satélites e fotografias aéreas.

Porém, para a definição de diferentes níveis de vulnerabilidade de um espaço qualquer, considerando seus variados componentes físicos, é necessário conjugar dentro de uma análise, valores e importâncias de cada variável com relação à vulnerabilidade ambiental. Primeiro, é necessário um grande número de informações, processamento e extração de um determinado resultado. Segundo, estabelecer uma relação de importância entre as variáveis que mais se assemelhe com a realidade (MIARA & OKA-FIORI, 2007; GONÇALVES *et al.*, 2011).

Atualmente, as técnicas de geoprocessamento possibilitam relacionar e ponderar essas variáveis com alta precisão cartográfica e economia de tempo. Para Messias *et al.* (2012) são consideradas ferramentas essenciais para estudos ambientais, por reduzirem o tempo de trabalho e facilitarem a atualização de dados.

Este trabalho teve por objetivo elaborar uma carta que possibilite identificar os níveis de adequação da área de estudo, nas perspectivas ambientais e legais — Carta de Adequação Ambiental — contribuindo

para o uso conservacionista da propriedade rural. A busca da compatibilidade entre o manejo das atividades agropecuárias da propriedade rural e a legislação ambiental brasileira e padrões já consagrados para proteção de áreas ripárias é a questão norteadora do presente trabalho.

## METODOLOGIA

### Área de estudo

A área de estudo está localizada no município de São Miguel Arcanjo, interior do Estado de São Paulo, Brasil. A propriedade rural situa-se no Bairro do Capão Rico e ocupa uma área de aproximadamente 17,5 hectares, nas coordenadas 23°55'08" de latitude S e 48°03'27" de longitude O (Figura 1). O clima, conforme classificação climática de Koeppen, é considerado como Cwa, caracterizado pelo clima tropical de altitude, com chuvas no verão e seca no inverno, com possibilidade de geadas fracas e fortes e predominância de inverno úmido, devido às garoas. De acordo com o Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura (CEPAGRI), a temperatura média anual é 20,4°C, com máxima média de 26,6°C e mínima média de 14,3°C, com precipitação média anual de 1.396 mm (CEPAGRI, 2014).

O município possui relevo ondulado, com declividade bastante variável, podendo superar os 45° em alguns locais. Afloramentos de rochas podem ser vistos em alguns bairros e possui solos predominantemente argilosos (SEMA, 2012). Encontra-se no bioma Mata Atlântica, com predominância de formação vegetacional tipo Floresta Ombrófila Densa e está inserida na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Alto Paranapanema — UGRHI 14. As atividades agrícolas representam 90% da economia municipal, com mais de 3.500 propriedades dedicadas à produção de frutas, legumes e hortaliças (SAA, 2012).

### Materiais utilizados

Os materiais cartográficos utilizados constituem de cartas de relevo e de solos do Brasil, produzidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2006a, 2006b). Por ser uma área relativamente pequena, utilizou-se a imagem do Google Earth (2011), capturada em 2011. Fez-se um levantamento bibliográfico sobre análise de fragilidade ambiental, adequação de propriedades rurais e áreas de gerenciamento ripário, sendo ainda consultadas as legislações ambientais vigentes. Utilizou-se também GPS *Garmin Etrex* e, para a elaboração das cartas, o software *ArcGIS 10.1*.

### Procedimento metodológico

Na elaboração da Carta de Uso do Solo e Cobertura Vegetal, utilizou-se a imagem do Google Earth (2011), georreferenciada no software ArcGIS

10.1 pelo sistema de coordenada UTM no Datum SAD 69, no qual os elementos da paisagem foram avaliados e interpretados na imagem com posterior comprovação e validação em campo. Foram estimados os níveis de fragilidade do solo para cada tipo de uso e cobertura vegetal, atribuindo valor maior para usos e coberturas que possuem menor grau de proteção do solo na perspectiva dos processos erosivos (Tabela 1), conforme Ross (1994).

Considera-se que as áreas correspondentes à área agrícola com cultivos de ciclo curto e, ainda, solo exposto e estradas, propiciam baixa proteção aos solos, sendo assim, foram atribuídos os maiores pesos a essas classes. Já para a classe silvicultura de bambu e vegetação mista, considerou-se que é capaz de propiciar boa proteção do solo. A vegetação mista é a formação florestal que compreende às espécies exóticas e nativas juntas numa mesma área. A vegetação nativa proporciona proteção muito forte ao impacto das chuvas erosivas, motivo pelo qual foi atribuído baixo grau de fragilidade.

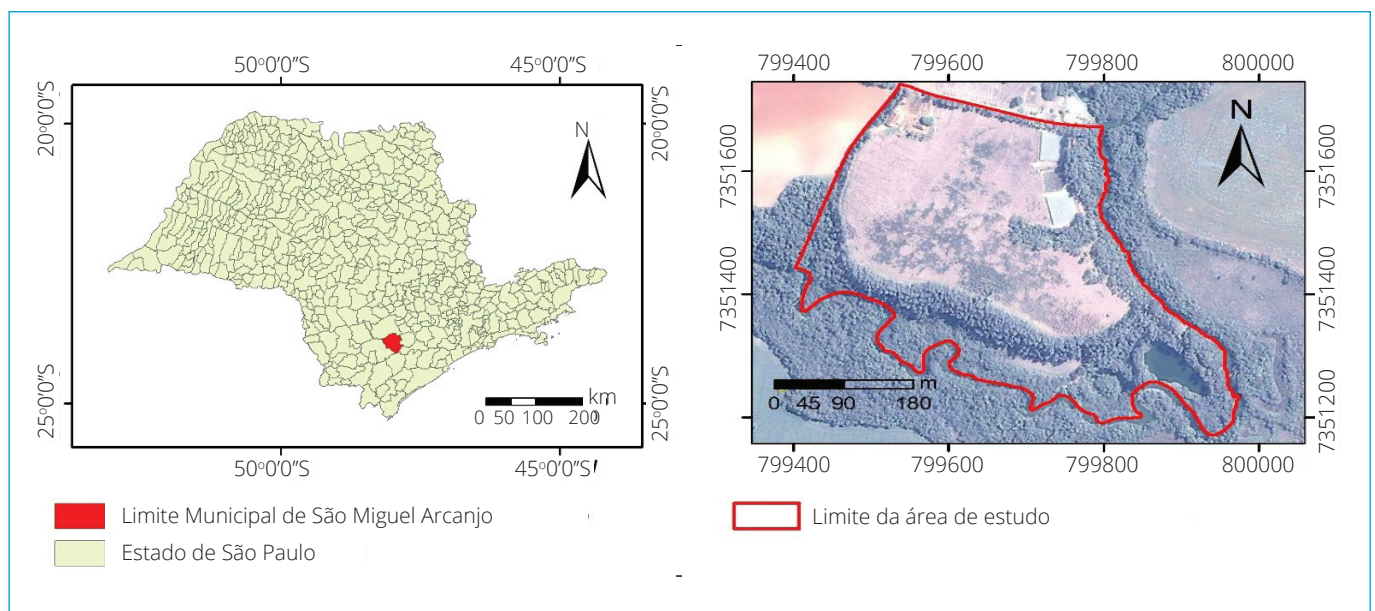
Para a Carta de Declividade foi utilizada a Carta de Relevo do Brasil, produzida pelo IBGE (2006a). A carta foi gerada pelo módulo *Slope* do software e reclassificado para apresentar as classes de declividade 0–3%; 3–6%; 6–12%; 12–20% e >20%. Essa classificação foi estabelecida conforme utilizado nos intervalos de classes já consagrados em estudos de capacidade de uso/aptidão agrícola (Tabela 1).

Com relação à Carta de Solos, foram identificados os tipos encontrados na área de estudo com base na Carta de Solos do Brasil (IBGE, 2006b). As classes de fragilidade foram determinadas conforme Ross (1994), que se baseia nos índices de erodibilidade dos solos (Tabela 1).

**Tabela 1 - Fragilidade ambiental frente à proteção do solo e dos recursos hídricos.**

Níveis de fragilidade	Tipos de uso e cobertura vegetal	Classes de declividade (%)	Tipologia de solo	Classes de uso restrito
1 - Muito baixa	Vegetação nativa, reservatórios	Até 3	Latossolos Roxo, Latossolos Vermelho Eutróficos, textura argilosa	
2 - Baixa	Vegetação mista, silvicultura	3 a 6	Latossolos Amarelo, Latossolos Vermelho Distróficos, textura média/argilosa	
3 - Média	Infraestrutura, plasticultura	6 a 12	Latossolos Vermelho Amarelo, Nitossolos, Aluvissoles, neossolos textura média/argilosa.	Declividade entre 46 e 100%
4 - Alta	Área agrícola	12 a 20	Neossolos, Cambissolos, textura média/arenosa, Cambissolos	Reserva legal e zona de manejo ripário
5 - Muito alta	Solo exposto, estradas	Acima de 20	Neossolos com cascalho, litólicos e Neossolos Quartzarenicos	Áreas de preservação permanente e zona de reserva ripária

Fonte: Adaptado de Ross (1994); FSC (2005); Brasil (2012).



**Figura 1 - Localização da área de estudo.**

Além das variáveis que representam os aspectos físicos do ambiente, neste trabalho foram inseridas a legislação ambiental sobre florestas e recomendações de instituições renomadas para gestão de áreas ripárias, visando a adequação ambiental da propriedade rural com foco na conservação dos recursos hídricos. A Carta de Usos Restritos, assim chamada, foi elaborada com base na Lei Federal nº 12.651 (BRASIL, 2012), que determina as áreas de preservação permanente (APP), reserva legal (RL) e suas faixas de vegetação a serem preservadas e recompostas. A inclusão da legislação como critério na análise é importante, pois pode-se estabelecer fisicamente as restrições impostas por ela, possibilitando uma tomada de decisão baseada na análise integrada da legislação com os aspectos ambientais.

Visando fomentar a proteção de recursos hídricos na propriedade, foi utilizada a recomendação do *Forest Stewardship Council* (FSC, 2005) para área de gestão ripária. Essa área é dividida em duas zonas, a zona reserva ripária (ZRR), que visa a preservação da vegetação em sua totalidade, e a zona de gestão ripária (ZGR), que permite manejo de baixo impacto na área, como os sistemas agroflorestais. Essas áreas são extremamente importantes para a redução de diversos efeitos ambientais nos recursos hídricos provenientes do uso e ocupação do solo, tal como minimizar a entrada de sedimentos e nutrientes. Para a classificação dos usos restritos, foram considerados os princípios e os tipos de uso permitidos na legislação florestal e nas recomendações da FSC. As áreas que podem ter atividades agrossilvipastoris de baixo impacto foram consideradas de média fragilidade, as que permitem o manejo sustentável da vegetação foram definidas como alta e as que devem ter preservação integral da vegetação como muito alta (Tabela 1).

Para identificar as classes de prioridade para conservação dos recursos hídricos foi produzida a Carta de Uso Conservacionista, a partir da sobreposição das cartas de Declividade, de Solo e de Usos Restritos. Para isso foi utilizado o módulo *Weighted Overlay* (sobreposição ponderada) do *software* ArcGIS 10.1, que agrega e pondera valores diversos possibilitando uma análise integrada de múltiplos dados (cartas) envolvidos em uma mesma problemática (ANTONELLO, 2008). A análise retornou valores que variaram de prioridade muito baixa (1) a muito alta (5), os quais foram reclassificados para valores de prioridades muito alta (1) a muito baixa (5). Os pesos dados a cada carta foram estabelecidos com base na relevância ambiental e legal, assim a carta de Declividade teve seu peso ponderado em 20% devido ao relevo predominante na área de estudo não apresentar altas declividades (6 e 12%), enquanto a carta de Solos teve seu peso fixado em 10%, visto que a maior parte do município e, conseqüentemente, a área de estudo possui solos argilosos com baixa erodibilidade. Já a carta de Usos Restritos do Solo teve seu peso estabelecido em 70%, pelo motivo dessa carta possuir as variáveis legais e ecológicas indispensáveis para a adequação ambiental integrada.

Por fim, as cartas de Uso Conservacionista e Uso do Solo e Cobertura Vegetal foram sobrepostas através do módulo *Weighted Sum* no *software*

ArcGIS 10.1, resultando em valores que variam de 1 a 10, os quais foram classificados conforme mostrado na Tabela 2 para gerar a Carta de Adequabilidade Ambiental.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados verificados na Carta Uso do Solo e Cobertura Vegetal (Figura 2A) mostram que a área total da propriedade é de aproximadamente 17,56 hectares. A área agrícola ocupa 7,72 hectares e representa 44% da área estudada (Figura 2A), evidenciando que o principal uso está ligado à agricultura, que se configura como uma importante atividade econômica da região. As principais culturas agrícolas produzidas na área são: pimentão, repolho, brócolis, tomate, pepino e pimenta.

A vegetação nativa ocupa uma área aproximada de 5,10 hectares, representando 29,1% da área. A vegetação nativa apresenta grau muito alto de proteção do solo. Já a vegetação mista representa 14,5% da área, com 2,55 hectares, e possui grau alto de proteção do solo, assim como a silvicultura de bambu, que ocupa uma área de 0,40 hectares e 2,3% da área estudada. As áreas com vegetação nativa e mista representam quase 45% do território da área estudada.

Os solos expostos possuem área aproximada de 0,53 hectares (3%) e as estradas 0,44 hectares (2%). Essas tipologias são suscetíveis aos processos erosivos, tendo grau muito baixo de proteção ao solo (ROSS, 1994). Na área de estudo foram identificados dois reservatórios, sendo um de formação natural e outro artificial. O reservatório natural possui uma área de superfície de 0,12 hectares. Já o reservatório artificial possui área aproximada de 0,37 hectares, formado por atividade de extração de areia, cessada há mais de 25 anos. Também foi identificada uma nascente na propriedade, e esta corre diretamente para o Rio Turvo através de um pequeno córrego. O trecho do Rio Turvo que passa pela propriedade varia entre 4 e 9 metros de largura. As casas, barracões e casas de bombas foram agrupadas como infraestrutura, ocupando uma área de 0,06 hectares e possuem grau médio de proteção ao solo.

A declividade do terreno (Figura 2B) foi avaliada pela relação entre a diferença de altitude entre dois pontos e a distância horizontal entre esses pontos. Pelos resultados, pode-se dizer que a área de estudo tem

**Tabela 2** - Matriz de classificação dos níveis de adequabilidade ambiental.

		Uso conservacionista				
		1	2	3	4	5
Uso do solo e cobertura vegetal	1	2	3	4	5	6
	2	3	4	5	6	7
	3	4	5	6	7	8
	4	5	6	7	8	9
	5	6	7	8	9	10

= Adequado – Atenção – Necessidade de adequação

grau médio de fragilidade ambiental com relação à declividade, com 10,60 hectares entre 6 e 12% de declividade, ocupando 62,1% da área total. A classe de declividade entre 12 e 20% possui grau alto de fragilidade ambiental e ocupa 23,3% da área — ou 3,97 hectares. As classes até 6% de declividade possuem grau baixo de fragilidade ambiental e, juntas, representam 15,7% da área total.

A declividade é um fator importante para mecanização da área produtiva, visto que em declives acima de 12% não é recomendado o uso de máquinas agrícolas. Outro fator importante com relação à declividade é a perda de solo causado por processos erosivos, sendo que, quanto mais alta a declividade, maiores serão as perdas naturais de solo.

Avaliando a Carta de Solos (Figura 2C), verificou-se que na área é encontrado somente os Latossolos Vermelhos Distróficos. Esses solos são de baixa fertilidade, muito profundos, bem drenados, friáveis ou

muito friáveis, de textura argilosa ou muito argilosa e média. Ocorrem, predominantemente, em áreas de relevo plano e suave ondulado, são bem susceptíveis à compactação e respondem por grande parte da produção de grãos do país (EMBRAPA, 2013). Essa classe de solo é pouco suscetível à erosão, classificada como grau muito baixo de fragilidade (ROSS, 1994), apoiando a ponderação dada à Carta de Solos.

A Carta de Usos Restritos do Solo (Figura 2D) foi elaborada com base na consulta da Lei Federal nº 12.651 (BRASIL, 2012) e padrões do FSC (FSC, 2005) para zonas ripárias. Pela lei, os cursos d'água com até 10 metros de largura devem ter 30 metros de largura de APP a partir da borda do leito regular. Os reservatórios naturais com até 1 hectare de superfície são dispensados de APP e nas nascentes deve-se respeitar um raio de 50 metros. Já para os reservatórios artificiais que não decorrem de barramentos de cursos d'água, não é exigida APP. Com esses parâmetros da legislação, foram

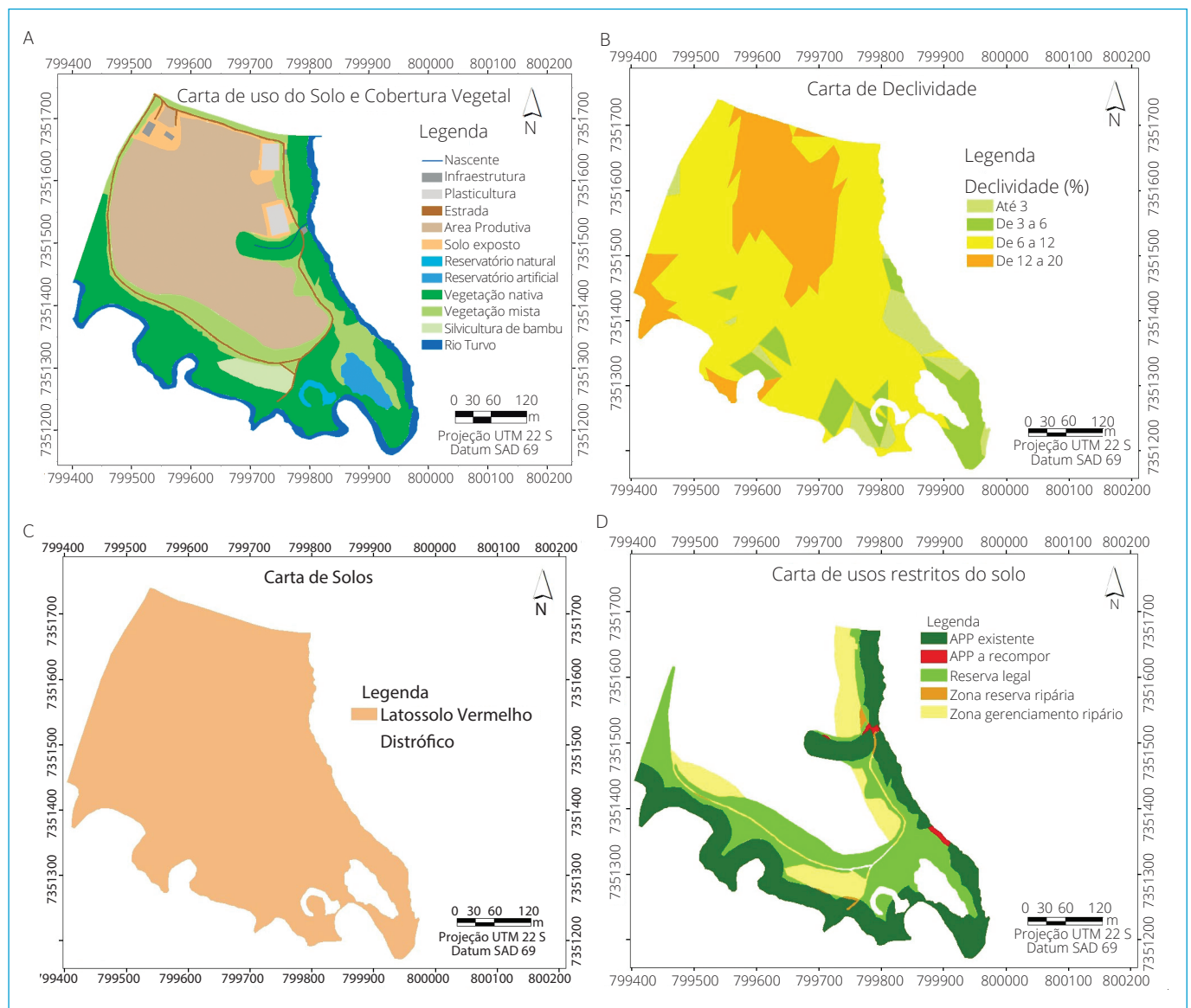


Figura 2 - Cartas temáticas: uso do solo e cobertura vegetal (A), declividade (B), solos (C), e usos restritos (D).

determinadas as APPs existentes na área de estudo, que representam 22,4% da área total da propriedade, num total de 3,94 hectares.

Para determinar as APPs a serem recompostas, foi necessário verificar o número de módulos fiscais da propriedade, pois, pela lei, ele é utilizado na regra de recomposição das APPs. O número de módulos fiscais de um imóvel rural é obtido dividindo-se a área total do imóvel pelo módulo fiscal do município de localização do imóvel rural. Para tal, houve a necessidade de consultar a Instrução Especial Incra nº 20/80 (INCRA, 1980), que especifica que 1 módulo fiscal no município de São Miguel Arcanjo equivale a 16 hectares. Sendo a área total da propriedade de 17,56 hectares e, dividindo esse valor pelo módulo fiscal equivalente do município (16 ha), chegou-se ao número de 1,1 módulos fiscais. Pela lei, para propriedades rurais entre 1 e 2 módulos fiscais, a APP a ser recomposta nos cursos d'água com até 10 metros de largura deve ser de 8 metros de largura e, para a nascente, um raio de 15 metros. O tamanho da APP a ser recomposta é de 0,06 hectares e representa menos de 1% da área total.

A lei ainda determina que a área destinada para a conservação da RL deve representar 20% da área total da propriedade que, nesse caso, deve ser de 3,51 hectares. Para atender a essa exigência, a área de vegetação nativa exclusiva às APP existentes (1,16 ha) foi destinada à composição da RL. Outra parte, com 2,05 hectares de vegetação mista, também foi destinada, totalizando uma área destinada à RL de 3,21 hectares. Essas áreas foram escolhidas pois se encontram em bom estágio de regeneração e estão próximas aos recursos hídricos e à vegetação nativa. O tamanho total da área destinada à RL (18,3%) não atingiu o tamanho exigido, devendo o proprietário recorrer ao Artigo 15 da lei, que admite o cômputo das APPs no cálculo do percentual da RL, desde que se enquadre nos requisitos exigidos no artigo. A declividade da área não ultrapassa a classe entre 12 e 20%, e por isso não há área de uso restrito, conforme Artigo 11 da lei.

Para o manejo de áreas ripárias foi utilizada a recomendação do FSC (2005), que estabelece as larguras mínimas de vegetação de acordo com a largura do rio (em metros) e, em caso de reservatórios, o seu tamanho (em hectares). O Rio Turvo é classificado como S2, com largura maior que 5 metros e menor que 20 metros. Para essa classe de rio, a recomendação é de 30 metros para zona de reserva ripária (ZRR) e 40 metros para a zona de gestão ripária (ZGR). Para o reservatório artificial, que é classificado como L4, com área entre 0,25 e 1 hectare, são recomendados 15 metros de ZRR e 15 metros de ZGR. O reservatório natural é classificado como UNC<sub>fish</sub>, com tamanho menor que L4 e com peixe, sendo a recomendação de 15 metros de ZRR e 15 metros de ZGR. Para o córrego da nascente, classificado como S6b, com largura menor que 3 metros e sem comunidade de peixes, são recomendados somente 15 metros de ZGR. As ZGR do Rio Turvo, reservatórios artificial e natural, foram contabilizadas a partir da borda das ZRRs; para o córrego da nascente, foi estabelecida a partir da borda do leito regular do córrego. Destacando que, para chegar à área de gestão ripária final, foram descontadas as APPs existentes, APPs a recompor e RL,

pelo motivo dessas áreas serem protegidas por lei. A ZRR totalizou uma área de 0,07 hectare (0,4%) e a ZGR, 1,67 hectare (9,5%).

A Carta de Uso Conservacionista (Figura 3) mostrou que as áreas com prioridade alta e muito alta situam-se em maior parte nas APPs e em áreas com alta declividade, que juntas têm área total de 7,99 hectares, ou 45,5% (Figura 4). As áreas com prioridade média situam-se, predominantemente, nas áreas com baixa declividade e destinadas à reserva legal, ocupando uma área de 0,98 hectare (5,6%). Já as áreas de baixa prioridade encontram-se basicamente em locais que não possuem usos restritos, sendo que essas ocupam 8,10 hectares (46,1%). É importante ressaltar que essas áreas, mesmo sendo classificadas como baixa prioridade, podem influenciar nos recursos hídricos com o uso de técnicas de produção inadequadas, na recarga de nascente e escoamento superficial agrícola. Área com prioridade muito baixa não foi identificada.

A Carta de Adequabilidade Ambiental (Figura 5) destaca os níveis de adequação da área de estudo, baseada nas variáveis e importância

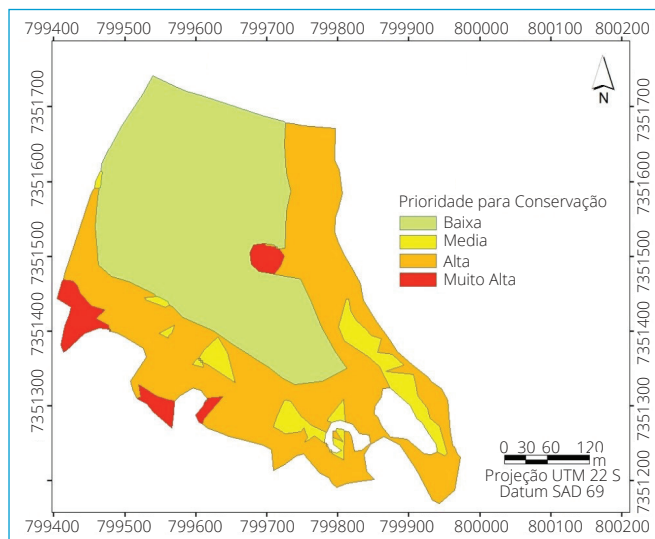


Figura 3 - Carta de Uso Conservacionista.

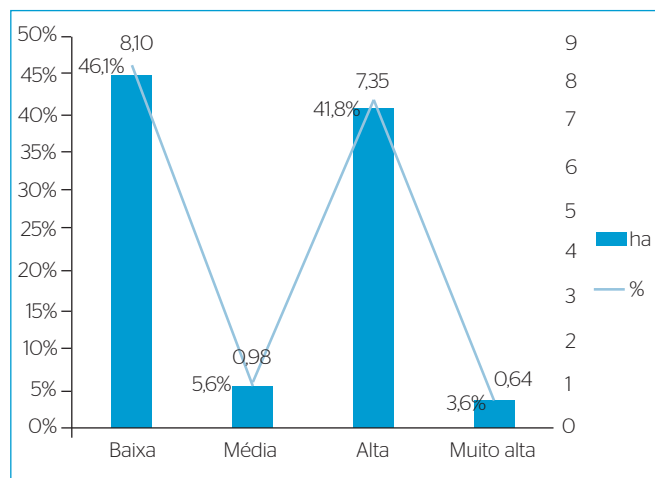


Figura 4 - Tamanho (hectares) e distribuição (porcentagem) das classes de prioridade.

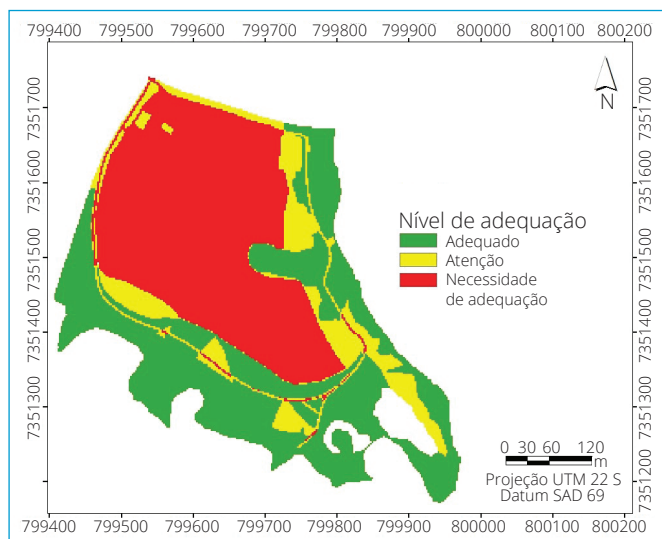


Figura 5 - Carta de Adequabilidade Ambiental.

(peso) dadas em cada carta. Pelos resultados, observa-se que as áreas adequadas representam 39,4% da área total (Figura 6) e situam-se, em maior parte, nas áreas onde ocorrem vegetação nativa e vegetação mista, revelando a importância da manutenção dessas áreas para a conservação dos recursos hídricos e atendimento à legislação. Na escala de atenção quanto à adequabilidade encontram-se, principalmente, as áreas que não possuem vegetação nativa (APP a recompor) e onde ocorrem atividades de plasticultura, produção agrícola e silvicultura de bambu que, neste caso, estão localizadas na área de gestão ripária. Somente 13,6% da área total situa-se nessa classe de adequação.

Em 44,2% da área total estão as com maior necessidade de adequação e que são caracterizadas por estradas, solo exposto, atividades agrícolas e declividade acima de 6%. Área agrícola, solo exposto e estradas apresentam riscos de carreamento de materiais para os recursos hídricos, além de estarem presentes em áreas ripárias, por isso enquadram-se em nível alto de adequação. Ressalta-se que, neste estudo, não foram

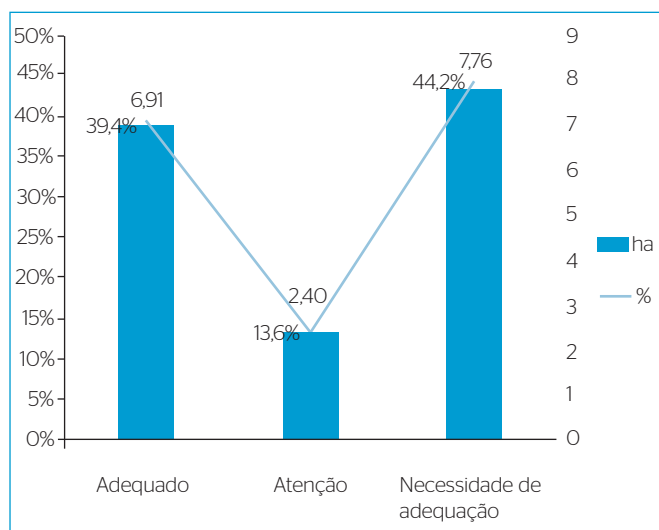


Figura 6 - Tamanho (hectares) e distribuição (porcentagem) das classes de adequação.

consideradas as técnicas de produção agrícolas adotadas na área, bem como as boas práticas para manutenção de estradas rurais.

## CONCLUSÃO

Conforme os resultados obtidos, mostrou-se que as técnicas de geoprocessamento aliadas à metodologia proposta por Ross (1994) atingiram os objetivos propostos pelo trabalho. A integração de variáveis ambientais com os requisitos legais mostrou-se eficaz para avaliar as áreas potenciais para adequação ambiental, permitindo avaliar com agilidade e certa precisão as características encontradas em campo. Aproximadamente 44% da área de estudo necessita de algum tipo de adequação e deve ser pensada na perspectiva da conservação dos recursos hídricos e atendimento legal.

Recomenda-se o estabelecimento de níveis de adequabilidade que permitam avaliar com melhor precisão se a necessidade de adequação é legal ou ambiental, bem como diferenciar as técnicas de produção adotadas e manutenção das estradas, a fim de definir níveis de fragilidade mais específicos.

## REFERÊNCIAS

ANTONELLO, S.L. (2008) *Um sistema de planejamento e gestão para bacias hidrográficas com uso de análise de multicritérios*. Tese (Doutorado em Ecologia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

BERNARDI, F.H.; LOPES, C.L.; AMARAL, L.; FULBER, V. (2011) Propostas de adequação ambiental de propriedade rural. *Engenharia Ambiental*, v. 8, n. 3, p. 183-195.

CAMPANILI, M. & SCHÄFFER, W. (2010) *Mata Atlântica: manual de adequação ambiental*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente/Sociedade Brasileira de Florestas.

BRASIL. (2012) Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.

CEPAGRI - CENTRO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS À AGRICULTURA. (2014) Clima dos Municípios Paulistas. Disponível em: <[http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima\\_muni\\_564.html](http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_564.html)>. Acesso em: 15 set. de 2014.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. (2013) *Solos Tropicais: Latossolos Vermelhos*. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos\\_tropicais/arvore/CONT000fzyjaywiO2wx5okOq43aOr9rz3uhk.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000fzyjaywiO2wx5okOq43aOr9rz3uhk.html)>. Acesso em: 19 out. 2013.

FSC - FOREST STEWARDSHIP COUNCIL. (2005) *Regional certification standards for British Columbia. Small operations standards*. Forest Stewardship Council of Canada, Toronto, Ont. Disponível em: <<https://ca.fsc.org/preview.bc-standard.a-82.pdf>>. Acesso em 30 out. 2012.

GOOGLE EARTH. (2011) *Google Earth Para Computador*. Disponível em: <<https://www.google.com/intl/pt-BR/earth/explore/products/desktop.html>>. Acesso em: 05 fev. 2013.

GONÇALVES, G.G.G.; DANIEL, O.; COMUNELLO, E.; VITORINO, A.C.T.; ARAI, F.K. (2011) Determinação da fragilidade ambiental de bacias hidrográficas. *Floresta*, v. 41, n. 4, p. 797-808.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (2006a) *Carta de Relevo do Brasil*. Escala 1:5.000.000.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (2006b) *Carta de Solos do Brasil*. Escala 1:5.000.000.

INCRA - INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. (1980) Instrução Normativa/Incrá/nº 20, de 28 de maio de 1980. Estabelece o Módulo Fiscal de cada Município, previsto no Decreto nº 84.685, de 06 de maio de 1980. Brasília: Diário Oficial da República Federativa do Brasil.

MESSIAS, C.G.; FERREIRA, M.F.M.; RIBEIRO, M.B.P.; MENEZES, M.D. (2012) Análise empírica de fragilidade ambiental utilizando técnicas de geoprocessamento: o caso da área de influência da Hidrelétrica do Funil, MG. *Revista Geonorte*, edição especial, v. 2, n. 4, p. 112-125.

MIARA, M.A. & OKA-FIORI, C. (2007) Análise por múltiplos critérios para a definição de níveis de fragilidade ambiental: um estudo de caso: bacia hidrográfica do Rio Cará-Cará, Ponta Grossa, PR. *Revista RAE GA*, n. 13, p. 85-98.

ROSS, J.L.S. (1994) Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. *Revista do Departamento de Geografia*, n. 8, p. 24-30.

SAA - SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO DO ESTADO DE SÃO PAULO. (2012) *Leitura e agricultura: mais que uma rima em São Miguel Arcanjo*. Disponível em: <<http://www.agricultura.sp.gov.br/noticias/2690%20leitura%20e%20agricultura%20mais%20que%20uma%20rima%20em%20sao%20miguel%20arcanjo>>. Acesso em: 12 maio 2013.

SEMA - SECRETARIA MUNICIPAL DE AGRICULTURA E MEIO AMBIENTE DE SÃO MIGUEL ARCANJO. (2012) Informações recebidas por e-mail em 1/11/12.

SILVEIRA, C.T.; OKA-FIORI, C.; FIORI, A.P.; ZAI, C. (2006) Mapeamento de declividade de vertentes: aplicação na APA de Guaratuba, Paraná. In: IV Simpósio Nacional de Geomorfologia. *Anais...* Goiânia: SINAGEO.

TRICART, J. (1977) *Ecodinâmica*. Rio de Janeiro: IBGE.